

MESSEINRICHTUNG MIT PLAUSIBILITÄTSKONTROLLE

Die Erfindung betrifft einen Transmitter zur Messung einer physikalischen Größe, z.B. eines Druckes oder eines Differenzdruckes.

5

Transmitter sind in der Meß- und Regeltechnik sehr weit verbreitet und werden zur Steuerung- und/oder Regelung in nahezu allen Zweigen der verarbeitenden Industrie eingesetzt. In der Druckmeßtechnik z.B. werden in vielen verschiedenen Anwendungen, z.B. in der Chemie, der Lebensmittelindustrie, der Automobilindustrie aber auch im Bereich der Wasserversorgung, Transmitter zur Messung von Drücken oder Differenzdrücken eingesetzt.

10

Transmitter weisen einen Sensor auf, der eine physikalische Meßgröße erfaßt und in ein elektrisches Signal umwandelt. Das elektrische Signal wird im Transmitter aufbereitet und in ein Meßsignal umwandelt das über den Transmitter einer weiteren Verarbeitung, Auswertung und/oder Anzeige zugänglich ist.

15

Je nach Anwendung sind Sicherheitsmaßnahmen einzuhalten, wie z.B. regelmäßige Wartungen der Transmitter oder Überprüfungen von deren Funktionsfähigkeit bzw. der Zuverlässigkeit der von ihnen abgesetzten Meßsignale. Diese Sicherheitsmaßnahmen sind aufwändig und teuer, da sie in der Regel den Einsatz eines Fachmannes vor Ort erfordern.

25

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Transmitter anzugeben, der auf kostengünstige Weise einen auf Dauer hohen Sicherheitstandart bietet.

Hierzu besteht die Erfindung in einem Transmitter mit

- einem Satz von baugleichen Sensoren zur Messung einer physikalischen Größe,
- einem Satz elektronischer Schaltungen,
- von denen jede einem Sensor zugeordnet ist,

- die dazu dienen, ein vom zugeordneten Sensor generiertes, der physikalischen Größe entsprechendes, elektrisches Signal aufzubereiten, und
 - einer Ausgabeeinheit,
- 5 -- der die aufbereiteten elektrischen Signale aller Sensoren zugeführt werden,
- die aus den aufbereiteten elektrischen Signalen ein Meßsignal erzeugt und einer weiteren Auswertung, Verarbeitung und/oder Anzeige zur Verfügung stellt,
- 10 und
- die eine Angabe über eine Plausibilität des Meßsignals und/oder eine Angabe über eine Funktionsfähigkeit der einzelnen Sensoren erzeugt.
- 15 Gemäß einer Ausgestaltung ist das Meßsignal ein aus den elektrischen Signalen abgeleiteter Mittelwert, insb. ein Median oder ein arithmetisches Mittel.
- Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird das Meßsignal aus den elektrischen Signalen abgeleitet, wobei solche Signale, die von den übrigen Signalen um
- 20 mehr als ein vorgegebenes Maß abweichen, nicht einbezogen werden.
- Gemäß einer Ausgestaltung sind die Sensoren Drucksensoren und einem oder mehreren benachbarten Drucksensoren jeweils ein Temperatursensor zugeordnet.
- 25 Gemäß einer Ausgestaltung der letztgenannten Ausgestaltung dienen die Temperatursensoren einer Kompensation eines temperaturabhängigen Meßfehlers.
- 30 Gemäß einer Weiterbildung dient die Auswerteeinheit dazu, eine Plausibilität von von den Temperatursensoren erzeugten temperaturabhängigen Signale zu ermitteln.

Gemäß einer Ausgestaltung sind die Sensoren Drucksensoren und zur Messung eines Differenzdrucks zwischen einem ersten und einem zweiten Druck sind ein erster Satz Sensoren zur Erfassung des ersten Drucks und ein zweiter Satz Sensoren zur Erfassung des zweiten Drucks vorgesehen und die Ausgabeeinheit bestimmt rechnerisch die Differenz des ersten und des zweiten Drucks.

Gemäß einer Ausgestaltung sind die Sensoren in einem Batchprozeß hergestellte auf einer Basisplatte angeordnete Sensoren.

10

Gemäß einer Ausgestaltung der letztgenannten Ausgestaltung sind die elektronischen Schaltungen auf der Basisplatte angeordnet.

15

Gemäß einer Weiterbildung gibt der Transmitter eine Warnung ab, wenn die Funktionalität eines Sensors eine vorgegebene Mindestfunktionalität unterschreitet.

20

Gemäß einer Weiterbildung gibt der Transmitter einen Alarm ab, wenn Plausibilität und/oder Funktionalität ein vorgegebenes Mindestmaß unterschreiten.

25

Ein Vorteil der Erfindung besteht darin, daß der Transmitter sich selbst überwacht und bei drohender Fehlfunktion frühzeitig eine Warnung abgibt. Dadurch können Wartungen und Funktionstests sehr viel wirtschaftlicher durchgeführt werden.

30

Die Erfindung und weitere Vorteile werden nun anhand der Figuren der Zeichnung, in der zwei Ausführungsbeispiele dargestellt sind, näher erläutert. Gleiche Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Transmitter;

Fig. 2 zeigt eine Ansicht der Basisplatte mit den Sensoren, des in Fig. 1 dargestellten Transmitters;

Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild für den in Fig. 1 dargestellten Transmitter; und

5

Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild für einen Differenzdruck-transmitter.

Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Transmitter. Er weist
ein lediglich schematisch dargestelltes Gehäuse auf, in das ein Satz von
10 baugleichen Sensoren 1 eingefäßt ist. Die Sensoren 1 befinden sich in einer in
Fig. 2 einzeln dargestellten Basisplatte 3 und dienen zur Erfassung einer
physikalischen Größe.

In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Sensoren 1 Drucksensoren.

15 Die physikalische Größe ist somit ein dem Sensor 1 zugeührter Druck. Die
Sensoren 1 weisen die Form einer in der Basisplatte 3 integrierten
druckempfindlichen Membran auf. In die Membran sind z.B. piezoresistive
Elemente eingebracht, die z.B. in Form von Widerstandsmeßbrücken
zusammengeschaltet werden.

20

Es ist ein Satz elektronischer Schaltungen 5 vorgesehen, von denen jede
jeweils einem Sensor 1 zugeordnet ist. Jeder Sensor 1 ist über
Anschlußleitungen an die ihm zugeordnete elektronische Schaltung 5
angeschlossen. Dies ist in Fig. 2 schematisch dargestellt. Die elektronischen
25 Schaltungen 5 sind auf der Basisplatte 3 angeordnet. Vorzugsweise sind sie
sogar in die Basisplatte 3 integriert.

30

Die elektronischen Schaltungen 5 dienen dazu die Sensoren 1 zu betreiben und
ein vom zugeordneten Sensor 1 generiertes, der physikalischen Größe
entsprechendes, elektrisches Signal aufzubereiten. In dem dargestellten
Ausführungsbeispiel ist das elektrische Signal z. B. eine Brückenspannung der
Widerstandsmeßbrücke. Die Sensoren 1 werden betrieben, indem z.B. die

Widerstandsbrücke mit Strom oder Spannung durch die elektronischen Schaltungen 5 gespeist wird. Die Brückenspannung ist ein Maß für eine Durchbiegung der jeweiligen Membran, welche wiederum ein Maß für den auf die Membran einwirkenden Druck ist. Die Aufbereitung des elektrischen Signals kann z.B. in einer reinen Verstärkung des elektrischen Signal bestehen. Es kann aber auch eine Transformation des Signals vorgenommen werden oder eine Korrektur eines eventuell vorhandenen Meßfehlers vorgenommen werden.

Das Gehäuse besteht in dem dargestellten Ausführungs-beispiel aus zwei Teilen, einem Stützelement 7 und einem Anschlußteil 9. Das Stützelement 7 bildet eine Auflage für die Basisplatte 3 und schützt die Sensoren 1 vor äußeren Einflüssen. Das Stützelement 7 weist im Bereich der Sensoren 1 jeweils Ausnehmungen 11 auf, die an die Membranen angrenzende Hohlräume vorgeben. In diesen Hohlräumen herrscht ein Referenzdruck, auf den der von den einzelnen Sensoren 1 zu messende Druck p bezogen wird. Das Anschlußteil 9 dient dazu jedem einzelnen Sensor 1 den zu messenden Druck p zuzuführen. Hierzu überdeckt das Anschlußteil 9 die gesamte Basisplatte 3 und weist dort, wo die Sensoren 1 angeordnet sind jeweils eine Bohrung 13 auf, durch die hindurch der zu messende Druck dem hinter der jeweiligen Bohrung 13 befindlichen Sensor 1 zugeführt wird.

In Fig. 3 ist ein Blockschaltbild für einen erfindungsgemäßen Transmitter dargestellt. Die einzelnen Sensoren 1 erzeugen elektrische Signale, die über Anschlußleitungen den elektronischen Schaltungen 5 zugeführt sind. Die von den elektronischen Schaltungen 5 aufbereiteten Signale aller Sensoren 1 werden z.B. über einen Multiplexer 15 einer Ausgabeeinheit 17 zugeführt.

Die Ausgabeeinheit 17 erzeugt aus den aufbereiteten elektrischen Signalen ein Meßsignal und stellt dieses einer weiteren Auswertung, Verarbeitung und/oder Anzeige zur Verfügung. Zusätzlich erzeugt die Ausgabeeinheit 17 eine Angabe über eine Plausibilität des Meßwerts und/oder ein Angabe über eine Funktionsfähigkeit der einzelnen Sensoren 1. Hierbei werden die eingehenden

aufbereiteten elektronischen Signale vorzugsweise in digitaler Form von einem Mikroprozessor verarbeitet.

- Beim Ausführungsbeispiel eines Drucktransmitters sind vorzugsweise einem oder mehreren benachbarten Drucksensoren jeweils ein Temperatursensor 19 zugeordnet. Ein der Temperatur T am Sensorort entsprechendes Signal wird vorzugsweise mittels einer elektronischen Schaltung 21 aufbereitet und über den Multiplexer 15 der Ausgabeeinheit 17 zugeführt. Die elektronischen Schaltungen 21 befinden sich vorzugsweise ebenfalls auf der Basisplatte 3. Die Temperaturmessung wird dann verwendet, um die einzelnen elektrischen Signale, die aufbereiteten elektrischen Signale und/oder das endgültige Meßsignal hinsichtlich eines temperatur-bedingten Meßfehlers zu kompensieren.
- Vorzugsweise dient die Auswerteeinheit 17 dazu, eine Plausibilität der von den Temperatursensoren 19 erzeugten temperaturabhängigen Signale zu ermitteln. Dies bietet den Vorteil, daß nur ausreichend plausible temperaturabhängige Signale zur Kompensation zugelassen werden. Die Plausibilitätsabfrage erfolgt z.B. indem alle temperaturabhängigen Signale mit einem Median oder einem Mittelwert derselben verglichen werden und z.B. solche die um mehr als ein vorgegebenes Maß, z.B. einer zu erwartenden Streubreite, vom Median oder Mittelwert abweichen nicht einbezogen werden.
- Das Meßsignal entspricht vorzugsweise einem aus den elektrischen Signalen der einzelnen Sensoren 1 abgeleiteten Mittelwert. Je nach Anwendung und Sensoreigenschaften eignen sich z.B. ein Median oder ein arithmetisches Mittel. Durch die Mittelwertbildung wird eine höhere Genauigkeit und eine größere Zuverlässigkeit des Meßergebnisses erzielt.
- Vorzugsweise werden bei der Ableitung des Meßsignals solche Signale, die von den übrigen Signalen um mehr als ein vorgegebenes Maß abweichen, nicht einbezogen. Als Maß kann z.B. ein geringes Vielfaches einer aufgrund der

Meßgenauigkeit der Sensoren zu erwartenden Streubreite der Meßsignale sein.
Als Bezugspunkt für dieses Maß kann z.B. der Median angesetzt werden. Liegt
also ein Meßsignal um mehr als ein geringes Vielfaches der zu erwartenden
Streubreite vom Median entfernt, wird es nicht zur Meßsignalerzeugung
5 herangezogen.

Als Angabe über eine Plausibilität des Meßwerts kann z.B. eine momentane
Streubreite der einzelnen elektrischen Signale rechnerisch bestimmt werden
und im oder vom Transmitter zur Verfügung gestellt werden. Bei der
10 Bestimmung dieser Streubreite werden vorzugsweise nur diejenigen
Meßsignale einbezogen, die auch zur Bestimmung des Meßsignals
herangezogen werden. Sind dabei weniger als eine fest vorgegebene Anzahl
von Meßsignalen hierzu zur Verfügung wird vorzugsweise unabhängig von der
momentanen Streubreite dieser Meßsignale eine geringe Plausibilität
15 festgesetzt. Diese fest vorgegebene Anzahl hängt von der Anzahl Sensoren 1
des Satzes ab und muß größer gleich drei sein.

Die Angaben zur Plausibilität können z.B. immer parallel zum Meßsignal
übertragen oder nur bei Bedarf vom Benutzer abgefragt werden. Vorzugsweise
20 weist der Transmitter hierzu eine Schnittstelle auf über die eine bidirektionale
Kommunikation möglich ist.

Die Funktionsfähigkeit der einzelnen Sensoren 1 ergibt sich aus der
Abweichung von deren aufbereitetem elektrischen Signal im Vergleich zu dem
25 endgültigen Meßsignal. Wird dabei nicht nur die momentane Abweichung in der
Ausgabeeinheit 17 registriert, sondern auch deren Verlauf über die Zeit, wird
z.B. eine Verschlechterung der Meßeigenschaften eines Sensors 1
offensichtlich. Zur Registrierung des Verlaufs muß nicht jede einzelne
30 momentane Abweichung gespeichert werden. Es genügt, wenn zeitlich
voneinander weit entfernt liegende momentane Abweichungen registriert
werden.

Vorzugsweise gibt der Transmitter eine Warnung ab, wenn die Funktionalität eines Sensors 1 eine vorgegebene Mindestfunktionalität unterschreitet. Auf diese Weise ist sehr frühzeitig erkennbar, wenn sich die Meßeigenschaften des Transmitters verschlechtern. Der Anwender erkennt dies somit lange bevor ein akuter Handlungsbedarf besteht. Insb. auf großen Anlagen, auf denen eine Vielzahl von Transmittern eingesetzt ist kann deren Wartung bzw. Austausch oder Reparatur hierdurch wirtschaftlicher gestaltet werden.

Damit die Sicherheit zu keiner Zeit eingeschränkt ist, gibt der Transmitter zusätzlich einen Alarm ab, wenn die Plausibilität des Meßsignals und/oder Funktionalität einer vorgegebenen Anzahl von Sensoren ein vorgegebenes Mindestmaß unterschreiten. Die vorgegebene Anzahl richtet sich auch hier nach der Anzahl der Sensoren 1 im Satz und darf drei nicht unterschreiten.

Mit einem erfindungsgemäßen Transmitter ist sichergestellt, daß jederzeit genügend Sensoren 1 voll funktionsfähig sind, um ein Meßsignal mit ausreichender Genauigkeit zu erzeugen. Damit ist die Notwendigkeit der Anwesenheit eines Fachmannes vor Ort deutlich reduziert. Abstände zwischen Wartungen können deutlich vergrößert oder sogar nur noch im vom Transmitter erkannten Bedarfsfall vorgenommen werden. Dadurch können erhebliche Kosten eingespart werden, ohne daß es zu einer Einbuße der Meßgenauigkeit und der Sicherheit kommt.

Auf völlig analoge Weise wie der zuvor beschriebene Drucktransmitter kann auch ein Differenzdrucktransmitter aufgebaut sein. Bei einem Differenzdrucktransmitter sind die einzelnen Sensoren 1 ebenfalls Drucksensoren. Sie werden zur Messung eines Differenzdrucks zwischen einem ersten und einem zweiten Druck p₁, p₂ eingesetzt. Die Gesamtheit der zur Verfügung stehenden Sensoren 1 wird in einen ersten und einen zweiten Satz Sensoren 23, 25 unterteilt. Der erste Satz Sensoren 23 dient zur Erfassung des ersten Drucks p₁ und der zweite Satz Sensoren 25 zur Erfassung des zweiten Drucks p₂. Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild eines

erfindungsgemäßen Differenzdrucksensors. Wie bei dem zuvor beschriebenen Drucktransmitter werden die elektrischen Signale der einzelnen Sensoren 1 von einer jeweils zugeordneten elektronischen Schaltung 5 aufbereitet und über einen Multiplexer einer Ausgabeeinheit 27 zugeführt. Die Ausgabeeinheit 27 bestimmt den ersten und den zweiten Druck p1, p2 genau wie die Ausgabeeinheit 17 des Drucktransmitters den Druck p bestimmt. Im Anschluß daran bildet die Ausgabeeinheit 27 rechnerisch die Differenz des ersten und des zweiten Drucks p1, p2 und stellt das Ergebnis als Meßsignal zu einer weiteren Auswertung, Verarbeitung und/oder Anzeige zur Verfügung.

Die Plausibilität des Meßsignals ergibt sich aus der Plausibilität der einzeln bestimmten Drücke p1, p2 und die Funktionalität wird auch hier für jeden Sensor 1 einzeln bestimmt. Warnung und Alarm werden für jeden Satz Sensoren 23, 25 einzeln herausgegeben.

Erfindungsgemäße Transmitter lassen sich auf besonders wirtschaftliche Weise herstellen, indem in einem Batchprozeß hergestellte Sensoren, z.B. Halbleitersensoren, eingesetzt werden. Diese Sensoren befinden sich durch den Herstellvorgang bedingt bereits auf einer Basisplatte 3, nämlich dem im Batchprozeß verwendeten Träger. Die elektronischen Schaltungen 5, 21 sind vorzugsweise ebenfalls in den Träger eingearbeitet. Diese Sensoren 1 bieten den Vorteil, daß der Träger vom Batchprozeß direkt in das Gehäuse des Transmitters eingesetzt werden kann.

Patentansprüche**1. Transmitter mit**

- einem Satz von baugleichen Sensoren (1, 21, 23) zur
5 Messung einer physikalischen Größe,
- einem Satz elektronischer Schaltungen (5),
 - von denen jede einem Sensor (1) zugeordnet ist,
 - die dazu dienen, ein vom zugeordneten Sensor (1)
10 generiertes der physikalischen Größe entsprechendes
elektrisches Signal aufzubereiten, und
- einer Ausgabeeinheit (17, 25),
 - der die aufbereiteten elektrischen Signale aller
Sensoren (1) zugeführt werden,
 - die aus den aufbereiteten elektrischen Signalen ein
15 Meßsignal erzeugt und einer weiteren Auswertung,
Verarbeitung und/oder Anzeige zur Verfügung stellt,
und
 - die eine Angabe über eine Plausibilität des
Meßsignals und/oder eine Angabe über eine
20 Funktionsfähigkeit der einzelnen Sensoren (1)
erzeugt.

2. Transmitter nach Anspruch 1, bei dem das Meßsignal

ein aus den elektrischen Signalen abgeleiteter

25 Mittelwert, insb. ein Median oder ein arithmetisches
Mittel, ist.

3. Transmitter nach Anspruch 1, bei dem das Meßsignal

aus den elektrischen Signalen abgeleitet wird, wobei

30 solche Signale die von den übrigen Signalen um mehr als
ein vorgegebenes Maß abweichen nicht einbezogen werden.

4. Transmitter nach Anspruch 1, bei dem die Sensoren (1)
Drucksensoren sind und einem oder mehreren benachbarten
Drucksensoren jeweils ein Temperatursensor (19)
zugeordnet ist.

5. Transmitter nach Anspruch 4, bei dem die
Temperatursensoren (19) einer Kompensation eines
temperaturabhängigen Meßfehlers dienen.

10 6. Transmitter nach Anspruch 4, bei dem die
Auswerteeinheit (17) dazu dient, eine Plausibilität von
von den Temperatursensoren (19) erzeugten
temperaturabhängige Signale zu ermitteln.

15 7. Transmitter nach Anspruch 1, bei dem die Sensoren (1)
Drucksensoren sind und zur Messung eines
Differenzdrucks zwischen einem ersten und einem zweiten
Druck (p1, p2), ein erster Satz Sensoren (21) zur
Erfassung des ersten Drucks (p1) und ein zweiter Satz
Sensoren (23) zur Erfassung des zweiten Drucks (p2)
vorgesehen sind, und die Ausgabeeinheit (25) rechnerisch
die Differenz des ersten und des zweiten Drucks (p1,
p2) bestimmt.

25 8. Transmitter nach Anspruch 1, bei dem die Sensoren (1)
in einem Batchprozeß hergestellt auf einer Basisplatte
(3) angeordnete Sensoren (1) sind.

30 9. Transmitter nach Anspruch 8, bei dem die elektronischen
Schaltungen (5, 21) auf der Basisplatte (3) angeordnet sind.

10. Transmitter nach Anspruch 1, der eine Warnung abgibt,
wenn die Funktionalität eines Sensors (1) eine vorgegebene
Mindestfunktionalität unterschreitet.
11. Transmitter nach Anspruch 1, der einen Alarm abgibt,
wenn Plausibilität und/oder Funktionalität ein vorgegebenes Mindestmaß
unterschreiten.